

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-224074

(43)Date of publication of application : 17.08.1999

(51)Int.Cl.

G09G 3/20

G09G 3/28

H04N 5/66

(21)Application number : 10-027126

(71)Applicant : NEC CORP

(22)Date of filing : 09.02.1998

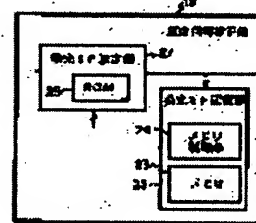
(72)Inventor : OKAJIMA KENJI
NOMURA MASAhide

(54) DEVICE AND METHOD FOR GRADATION DISPLAY

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To conduct a correct compensation for luminance signals and to greatly increase the dynamic image spurious profile prevention effect by determining the combination of the light emitting subfields, which are suitable in generating the desired luminance in a present frame from the past subfield light emitting history, and the luminance signals in the present frame.

SOLUTION: A light emitting subfield storage section 22 stores the light emitting subfields of the past frames which consists of a previous frame or the previous frame and the frame that is one of the frames existed before the previous frame. A light emitting subfield determining section 21 is provided with a ROM 25 in which the data, that indicate which subfield should be light emitted in order to generate a desired luminance given by the luminance signals, are beforehand stored as the table corresponding to the subfield light emitting pattern in the previous field. Then, a determination is made for the combination of the light emitting subfields which are suitable to generate the desired luminance in the present frame.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 09.02.1998

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3068047

[Date of registration] 19.05.2000

[Number of appeal against examiner's decision]

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-224074

(43) 公開日 平成11年(1999) 8月17日

(51) Int.Cl.⁹

G 0 9 G 3/20

識別記号

6 4 1

F I

G 0 9 G 3/20

6 4 1 R

6 4 1 E

3/28

3/28

K

H 0 4 N 5/66

H 0 4 N 5/66

A

審査請求 有 請求項の数14 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号

特願平10-27126

(22) 出願日

平成10年(1998) 2月9日

(71) 出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72) 発明者 岡島 健治

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

(72) 発明者 野村 正英

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

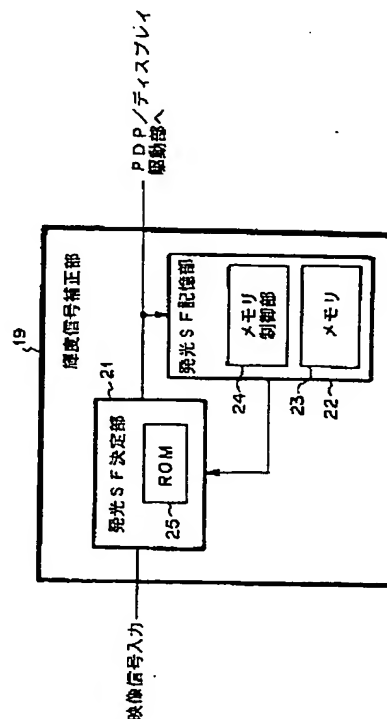
(74) 代理人 弁理士 山下 稔平

(54) 【発明の名称】 階調表示装置および階調表示方法

(57) 【要約】

【課題】 動画像偽輪郭による画質の低下を抑制し、高品質の画像を表示する。

【解決手段】 1フィールド期間を複数のサブフィールドに分割し、そのサブフィールドの組み合わせにより階調を表示する階調表示装置において、前フレーム、または前フレームと該前フレームより前の少なくとも一つのフレームとからなる過去のフレームにおける発光サブフィールドを記憶する発光サブフィールド記憶手段22と、発光サブフィールド記憶手段22により記憶されている過去のサブフィールド発光履歴と、現フレームでの輝度信号とから、現フレームにおいて所望の輝度を発生するのに適する発光サブフィールドの組み合わせを決定する発光サブフィールド決定手段21と、を有する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 1 フィールド期間を複数のサブフィールドに分割し、そのサブフィールドの組み合わせにより階調を表示する階調表示装置において、
前フレーム、または前フレームと該前フレームより前の少なくとも一つのフレームとからなる過去のフレームにおける発光サブフィールドを記憶する発光サブフィールド記憶手段と、

該発光サブフィールド記憶手段により記憶されている過去のサブフィールド発光履歴と、現フレームでの輝度信号とから、現フレームにおいて所望の輝度を発生するのに適する発光サブフィールドの組み合わせを決定する発光サブフィールド決定手段と、

を有することを特徴とする階調表示装置。

【請求項 2】 請求項 1 に記載の階調表示装置において、前記発光サブフィールド記憶手段は、前フレームにおける発光サブフィールドのみを記憶する手段であることを特徴とする階調表示装置。

【請求項 3】 1 フィールド期間を複数のサブフィールドに分割し、そのサブフィールドの組み合わせにより階調を表示する階調表示装置において、

前フレーム、または前フレームと該前フレームより前の少なくとも一つのフレームとからなる過去のフレームにおける発光サブフィールドを記憶する発光サブフィールド記憶手段と、

前フレーム、または前フレームと該前フレームより前の少なくとも一つのフレームとからなる過去のフレームにおける輝度信号を記憶する輝度信号記憶手段と、

該発光サブフィールド記憶手段および該輝度信号記憶手段により記憶されている過去のサブフィールド発光履歴および過去の輝度信号の履歴と、現フレームでの輝度信号とから、現フレームにおいて所望の輝度を発生するのに適する発光サブフィールドの組み合わせを決定する発光サブフィールド決定手段と、

を有することを特徴とする階調表示装置。

【請求項 4】 1 フィールド期間を複数のサブフィールドに分割し、そのサブフィールドの組み合わせにより階調を表示する階調表示装置において、

前フレーム、または前フレームと該前フレームより前の少なくとも一つのフレームとからなる過去のフレームにおける発光サブフィールドを記憶する発光サブフィールド記憶手段と、現フレームにおける発光サブフィールドを決定する発光サブフィールド決定手段とを有し、

前記発光サブフィールド決定手段は、隣接する L 画素 (L は 2 以上の自然数) における過去のフレームでのサブフィールド発光パターンを前記発光サブフィールド記憶手段から読み出し、このサブフィールド発光パターンと前記 L 画素における現フレームでの輝度信号とから、現フレームにおいて前記 L 画素全体として所望の平均的輝度を発生するのに適する発光サブフィールドの組み合

わせを、前記 L 画素それぞれに対して、決定する手段であることを特徴とする階調表示装置。

【請求項 5】 1 フィールド期間を複数のサブフィールドに分割し、そのサブフィールドの組み合わせにより階調を表示する階調表示装置において、

前フレームにおける輝度信号を記憶する輝度信号記憶手段と、現フレームにおける発光サブフィールドを決定する発光サブフィールド決定手段とを有し、

前記発光サブフィールド決定手段は、隣接する L 画素 (L は 2 以上の自然数) における前フレームでの輝度信号を、前記輝度信号記憶手段から読み出し、これと前記 L 画素における現フレームでの輝度信号とから、現フレームにおいて前記 L 画素全体として所望の平均的輝度を発生するのに適する発光サブフィールドの組み合わせを、前記 L 画素それぞれに対して、決定する手段であることを特徴とする階調表示装置。

【請求項 6】 1 フィールド期間を複数のサブフィールドに分割し、そのサブフィールドの組み合わせにより階調を表示する階調表示装置において、

前フレーム、または前フレームと該前フレームより前の少なくとも一つのフレームとからなる過去のフレームにおける発光サブフィールドを記憶する発光サブフィールド記憶手段と、

前フレーム、または前フレームと該前フレームより前の少なくとも一つのフレームとからなる過去のフレームにおける輝度信号を記憶する輝度信号記憶手段と、

現フレームにおける発光サブフィールドを決定する発光サブフィールド決定手段とを有し、

前記発光サブフィールド決定手段は、隣接する L 画素 (L は 2 以上の自然数) における過去のフレームでのサブフィールド発光パターン履歴と、前記 L 画素における過去のフレームでの輝度信号履歴とをそれぞれ前記発光サブフィールド記憶手段、および輝度信号記憶手段から読み出し、これらと前記 L 画素における現フレームでの輝度信号とから、現フレームにおいて、前記 L 画素全体として所望の平均的輝度を発生するのに適する発光サブフィールドの組み合わせを、前記 L 画素それぞれに対して、決定する手段であることを特徴とする階調表示装置。

【請求項 7】 請求項 4、5、6 のいずれかに記載の階調表示装置において、
発光サブフィールドを決定する画素の単位、L 画素が 2 画素であることを特徴とする階調表示装置。

【請求項 8】 請求項 4、5、6、7 のいずれかに記載の階調表示装置において、

前記発光サブフィールド決定手段は、各画素における輝度信号と比べて明るめに表示される画素と暗めに表示される画素とを、画面上にチェッカーボード状に配置するように、各画素での発光サブフィールドの組み合わせを決定する手段を有することを特徴とする階調表示装置。

【請求項 9】 請求項 1～8 のいずれかに記載の階調表示装置において、前記発光サブフィールド決定手段は、パーセプトロン・ニューラルネットワークを用いて各画素での発光サブフィールドを決定する手段であることを特徴とする階調表示装置。

【請求項 10】 1 フィールド期間を複数のサブフィールドに分割し、そのサブフィールドの組み合わせにより階調を表示する階調表示方法において、前フレームまたは前フレームと該前フレームより前の少なくとも一つのフレームとからなる過去のフレームにおける発光サブフィールド発光履歴と、現フレームでの輝度信号とから、現フレームにおいて所望の輝度を発生するのに適する発光サブフィールドの組み合わせを決定することを特徴とする階調表示方法。

【請求項 11】 1 フィールド期間を複数のサブフィールドに分割し、そのサブフィールドの組み合わせにより階調を表示する階調表示方法において、前フレーム、または前フレームと該前フレームより前の少なくとも一つのフレームとからなる過去のフレームにおける過去のサブフィールド発光履歴と、前フレーム、または前フレームと該前フレームより前の少なくとも一つのフレームとからなる過去のフレームにおける過去の輝度信号の履歴と、現フレームでの輝度信号とから、現フレームにおいて所望の輝度を発生するのに適する発光サブフィールドの組み合わせを決定することを特徴とする階調表示方法。

【請求項 12】 1 フィールド期間を複数のサブフィールドに分割し、そのサブフィールドの組み合わせにより階調を表示する階調表示方法において、隣接する L 画素 (L は 2 以上の自然数) における、前フレームまたは前フレームと該前フレームより前の少なくとも一つのフレームとからなる過去のフレームでのサブフィールド発光パターンと、前記 L 画素における現フレームでの輝度信号とから、現フレームにおいて前記 L 画素全体として所望の平均的輝度を発生するのに適する発光サブフィールドの組み合わせを、前記 L 画素それぞれに対して、決定することを特徴とする階調表示方法。

【請求項 13】 1 フィールド期間を複数のサブフィールドに分割し、そのサブフィールドの組み合わせにより階調を表示する階調表示方法において、隣接する L 画素 (L は 2 以上の自然数) における前フレームでの輝度信号と、前記 L 画素における現フレームでの輝度信号とから、現フレームにおいて前記 L 画素全体として所望の平均的輝度を発生するのに適する発光サブフィールドの組み合わせを、前記 L 画素それぞれに対して、決定することを特徴とする階調表示方法。

【請求項 14】 1 フィールド期間を複数のサブフィールドに分割し、そのサブフィールドの組み合わせにより階調を表示する階調表示方法において、隣接する L 画素 (L は 2 以上の自然数) における、前フ

レーム、または前フレームと該前フレームより前の少なくとも一つのフレームとからなる過去のフレームでのサブフィールド発光パターン履歴と、前記 L 画素における前フレーム、または前フレームと該前フレームより前の少なくとも一つのフレームとからなる過去のフレームでの輝度信号履歴と、前記 L 画素における現フレームでの輝度信号とから、現フレームにおいて、前記 L 画素全体として所望の平均的輝度を発生するのに適する発光サブフィールドの組み合わせを、前記 L 画素それぞれに対して、決定することを特徴とする階調表示方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は階調表示装置および階調表示方法に関し、とくにプラズマディスプレイパネルなどの表示装置の階調表示における動画偽輪郭抑制に適した階調表示装置および階調表示方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 一般にプラズマディスプレイパネル (以下、PDP と略称する) は、薄型構造でちらつきがなく表示コントラスト比が大きいこと、また、比較的到大画面とすることが可能であり、応答速度が速く、自発光型で蛍光体の利用により多色発光も可能であることなど、数多くの特徴を有している。このために、近年コンピュータ関連の表示装置の分野およびカラー画像表示の分野等において、広く利用されるようになりつつある。

【0003】 この PDP には、その動作方式により、電極が誘電体で被覆されて間接的に交流放電の状態で作動させる交流放電型のものと、電極が放電空間に露出して直流放電の状態で作動させる直流放電型のものとがある。更に、交流放電型には、駆動方式として放電セルのメモリ機能を利用するメモリ動作型と、それを利用しないリフレッシュ動作型とがある。なお、PDP の輝度は、放電回数即ちパルス電圧の繰り返し数にほぼ比例する。上記のリフレッシュ型の場合は、表示容量が大きくなると輝度が低下するため、小表示容量の PDP に対して主として使用されている。

【0004】 図 11 は、交流放電メモリ動作型 PDP の一つの表示セルの構成の概略を例示する断面図である。この表示セルは、ガラスより成る前面および背面の二つの絶縁基板 (表示側ガラス基板、裏面側ガラス基板) 1 及び 2 が対向配置されている。対向側の絶縁基板 1 上には、透明な走査電極 32 及び透明な維持電極 33 と、走査電極 32 及び維持電極 33 を覆う誘電体層 4 と、誘電体層 4 上に形成された隔壁 34 と、誘電体 4 を放電から保護する酸化マグネシウム等から成る保護層 36 とが形成される。また対向側の絶縁基板 2 上には、走査電極 32 及び維持電極 33 と直交して形成されるデータ電極 5 と、このデータ電極 5 を覆う誘電体層 7 と、放電ガスの放電により発生する紫外線を可視光 35 に変換する蛍光体 9 とが形成される。

【0005】絶縁基板1と絶縁基板2との間の空間にはヘリウム、ネオンおよびキセノン等またはそれらの混合ガスから成る放電ガスが充填されて、放電ガス空間37を形成しており、隔壁34は、この放電ガス空間37を確保するとともに表示セルを区切るために設けられる。

【0006】次に、図11を参照して、選択された表示セルの放電動作について説明する。走査電極32とデータ電極5との間に放電しきい値を越えるパルス電圧を印加して放電を開始させると、このパルス電圧の極性に対応して、正負の電荷が両側の誘電体4及び7の表面に吸引されて電荷の堆積を生じる。この電荷の堆積に起因する等価的な内部電圧、即ち、壁電圧は、上記パルス電圧と逆極性となるために、放電の成長とともにセル内部の実効電圧が低下し、上記パルス電圧が一定値を保持していても、放電を維持することができず遂には停止する。この後に、隣接する走査電極32と維持電極33との間に、壁電圧と同極性のパルス電圧である維持パルスを印加すると、壁電圧の分が実効電圧として重畳されるため、維持パルスの電圧振幅が低くても、放電しきい値を越えて放電することができる。

【0007】従って、維持パルスを走査電極32と維持電極33との間に印加し続けることによって、放電を維持することが可能となる。この機能が上述のメモリ機能である。また、走査電極32または維持電極33に、壁電圧を中和するような、幅の広い低電圧のパルス、または、幅の狭い維持パルス電圧程度のパルスである消去パルスを印加することにより、上記の維持放電を停止させることができる。

【0008】図12は、 $j \times k$ 個の行、列からなるマトリクス状に表示セルを配列したドットマトリクス表示用のパネルの電極配線を示す図であり、行電極としては互いに平行に配列した走査電極 $Sc1, Sc2, \dots, Scj$ 及び維持電極 $Su1, Su2, \dots, Suj$ を備え、列電極としてはこれら走査電極及び維持電極と直交して配列したデータ電極 $D1, D2, \dots, Dk$ とを備える。このパネルの駆動の一周期は予備放電期間と書き込み放電期間と維持放電期間とで構成され、これを繰り返して所望の映像表示を得る。

【0009】予備放電期間は、書き込み放電期間において安定した書き込み放電特性を得るために、放電ガス空間内に活性粒子及び壁電荷を生成するための期間であり、PDPパネルの全表示セルを同時に放電させる予備放電パルスと、予備放電パルスの印加によって生成された壁電荷のうち、書き込み放電及び維持放電を阻害する電荷を消滅させるための予備放電消去パルスとを印加する。維持放電期間は書き込み放電期間において書き込み放電を行った表示セルを、所望の輝度を得るために維持放電し、発光させる期間である。

【0010】予備放電期間においては、まず維持電極 $Su1, Su2, \dots, Suj$ に対して予備放電パルスを印加し、

全ての表示セルにおいて放電を起こす。その後、走査電極 $Sc1, Sc2, \dots, Scj$ に消去パルスを印加して消去放電を発生させ、予備放電パルスにより堆積した壁電荷を消去する。

【0011】続いて書き込み期間では、走査電極 $Sc1, Sc2, \dots, Scj$ に走査パルスを線順次に印加し、更に映像表示データに対応してデータ電極 Di ($1 \leq i \leq k$) にデータパルスを選択的に印加し、表示すべきセルにおいては書き込み放電を発生させて壁電荷を生成する。

【0012】最後に維持放電期間において、書き込み放電を起こした表示セルのみが、維持パルスによって継続的に維持放電を起こし、1面の発光動作が完了する。

【0013】AC型カラープラズマディスプレイで利用されている走査維持分離駆動でのサブフィールド表示を図13を例にして説明する。1フィールドは通常フリッカーの見えない60分の1秒程度とされるが、図13に示すように、これは、走査期間、放電期間からなるサブフィールドSF1からSF6の6個のサブフィールドに分割されている。サブフィールドSF6の走査期間で

は、最上位ビットのB5の表示データに基づき各画素に書き込みが行われる。全面書き込みが終了した後、パネル全面に維持放電パルスが印加され、書き込み画素だけを発光表示させる。次に、サブフィールドSF5においても同様の駆動が行われる。各サブフィールドの維持放電期間には、十分な輝度を得るため、例えばサブフィールドSF6では256回、サブフィールドSF5では128回、サブフィールドSF4からSF1ではそれぞれ64、32、16、8回の維持放電パルスが印加され発光される。

【0014】この様なサブフィールド法の採用は、発光輝度を発光回数や発光期間で変調する必要から生じており、当然1フィールド期間に複数回の走査を行うために、短時間での走査、書き込みを行う高速性が要求されるが、近年、プラズマディスプレイパネルの書き込み性能の向上が図られ、3マイクロ秒以下でも書き込みが可能となってきており、8サブフィールドによる256階調のフルカラー表示も実現されてきている。

【0015】この様なサブフィールド方式では、静止画の場合は良好な階調表示が再現されるが、動画表示では映像により妨害が発生する。例えば、人物の頬のように滑らかに明るさに変化する画像が画面上を移動した場合に、本来滑らかな画像であるべき頬の部分に暗い輪郭や、明るい輪郭、あるいは異なる色の輪郭が出現する。また、色ずれ、解像度の低下感などをもたらす。この様な動画偽輪郭は、滑らかな階調変化の中で上位ビットに繰り上がる境界で非常に目立ち、著しく表示品位、画質を損なってしまう問題がある。

【0016】図14は、8ビットの2進数B7、B6、B5、B4、B3、B2、B1、B0に各々対応した輝度128、64、32、16、8、4、2、1に重み付

けされた 8 個のサブフィールド SF 8 ~ SF 1 の組み合わせによって実現される階調の一部を示す。これらのサブフィールドを組み合わせることにより、256 階調の表示が可能となる。即ち、各画素の 256 階調の輝度は B 7 ~ B 0 の 8 ビットの 2 進数で表現できる。輝度 128、64、32、16、8、4、2、1 の有無を 2 進数 B 7 ~ B 0 で表現したサブフィールド SF 8 ~ SF 1 で画像を順次に表示させ、視覚の積分効果により中間調で表現された自然な画像となる。

【0017】図 14 において、特に輝度 127 から輝度 128 に 1 階調変化する場合、B 6 ~ B 0 の値が、全て "1" から全て "0" に大きく変化し、B 7 が "0" から "1" にかわる。このため、最下位のサブフィールド SF 1 から最上位のサブフィールド SF 8 の時間順で発光させるとすると、発光期間がフィールドの前半部から後半部に著しく変化することになり、この結果、動画偽輪郭が発生する。

【0018】この問題を解決するために、いくつかの方法は提案されている。電子通信学会論文誌' 77/Vol. 1160-ANo. 1 の 56 頁から 62 頁に記載されている滝川氏の論文「AC プラズマパネルによる TV 表示」では、1 フィールド相当の時間内における輝度の重心位置が、ビットの繰り上がりや繰り下がりの前後で、できるだけ移動しないようにサブフィールドを配列することが有効であり、5 ビット即ち 32 階調表示の例では、上位ビットの発光期間を中央部に配した SF 3、SF 4、SF 5、SF 1、SF 2 のサブフィールド配列が動画偽輪郭の抑制に有効であるとしている。また、1 フィールド内の表示時間を減少させることも有効であり、実験例では 1 フィールドの 4 分の 1 の時間に表示期間を短縮することにより、前述のサブフィールド配列と組み合わせ、良好な表示が実現されている。

【0019】また、1990 年に報告された電子情報通信学会技術報告の EID90-9 の鴻上氏の論文「メモリ型ガス放電パネルを用いたテレビの中間表示方式」では、フィールドの最初のビットから次のフィールドの最後のビットまでの時間間隔が、人間の視覚の臨界融合周波数である 20 ミリ秒以内とすることにより動画偽輪郭を改善できるとしており、上述の滝川氏の方法と同様、1 フィールド全体に渡ってサブフィールドを配置せず、一方に詰めることにより 20 ミリ秒以内とすることができ動画偽輪郭が改善されるとしている。

【0020】また、発光期間が長い上位のビットを分割し配列することによっても、この条件を満たすことができる。8 ビット表示の場合、上位の B 7 を SF 8-1 と SF 8-2 に、B 6 を SF 7-1 と SF 7-2 にそれぞれ 2 分割し、各々分割されたサブフィールドを離散的に配置した、SF 7-1、SF 8-1、SF 1、SF 2、SF 3、SF 4、SF 5、SF 6、SF 7-2、SF 8-2 の順に 1 フィールドを 10 サブフィールド

ルド構成で配置することにより、フィールドの最初のビットから次のフィールドの最後のビットまでの時間を 18.8 ミリ秒とすることができ、動画の階調乱れが改善されたと報告されている。

【0021】なお、上記論文では輝度の重みを表す 2 進数の最上位ビットを B 1 とし、それに対応する最上位のサブフィールドを SF 1 としているが、本発明では情報処理分野で一般的に用いられている表現に統一して、最下位ビットを B 0、n 桁の最上位ビットを B n-1、最下位のサブフィールドを SF 1 と表現する。

【0022】上述のような、サブフィールド配列の最適化、フィールド時間や発光表示期間の短縮、あるいは発光期間の長いサブフィールドを分割するといった方法以外の方法としては、表示信号に補正を加え、点灯予定のないサブフィールドを点灯させたり、逆に点灯予定のサブフィールドを消灯させることによって動画偽輪郭を抑制する方法が知られている。特開平 8-54853 号公報には、動画偽輪郭領域（特開平 8-54853 号公報では偽イメージ領域と記載されている）を検出し、この動画偽輪郭領域の輝度が本来の輝度より明るいとか否かを判別して、この判別結果に基づいてこの領域の画素の発光を制御するというアイデアが記載されている。さらに、特開平 8-123355 号公報、また特開平 8-211848 号公報には、動画から動きベクトルを検出し、それを用いて、発生が予想される動画偽輪郭を抑制するように画素の発光を制御するという方法が記載されている。特開平 9-102921 号公報には、輝度変化によって生じるビットの繰り上りを各画素において検出し、その結果に基づいて表示データの補正を行う方法が記載されている。また特開平 9-34401 号公報には、動画偽輪郭を抑制するための補正信号を予め求めておき、これをルックアップテーブルとして読み出し専用メモリ（ROM）に書き込んでおく方法が記載されている。

【0023】図 15 は特開平 9-34401 号公報に記載されている信号補正方法を示すブロック図である。この方法で補正を行う際には、過去のフレームの輝度信号をフレームメモリに記憶させておき、これと現フレームでの輝度信号とをアドレスとして、ROM から補正信号を読み出し、これを現フレームでの輝度信号に加算して PDP の駆動制御回路へと送る。ここで予め ROM に記憶させておくべき、動画偽輪郭を抑制するための補正データは、実測データを基にして決めておく。

【0024】

【発明が解決しようとする課題】以上の従来技術において、サブフィールド順の最適化による方法は、動画偽輪郭が十分に抑制されておらず、高品位映像表示に対してはまだ十分ではない。また、フィールド時間の短縮や発光表示期間の短縮、あるいは多数のサブフィールドを分割する方法では、十分な動画偽輪郭の抑制効果を発揮するには、走査期間をかなり短くする必要がある。これ

は、走査期間の短縮が許容される表示容量の小さなプラズマディスプレイでは対応可能であるが、多階調の動画表示はむしろ表示容量の大きなディスプレイで望まれ、この場合、走査時間をさらに大幅に短縮して駆動することは困難となる。

【0025】信号補正によって動画偽輪郭を抑制する方法は、多数のサブフィールドを用いなくても有効に働く可能性があり、この点では有利であるが、動画の動きベクトルを検出して画素の発光を制御する方法は、動き検出処理の負荷が大きく現時点では実用的とは言いがたい。

【0026】そこで、動き検出処理を行わずに信号補正を行う方法が望まれるが、この場合、従来の技術では実際には動画偽輪郭が十分に抑制できず、やはり、高品位映像表示に対してはまだ不十分であるという問題点があった。

【0027】この理由を分析すると、第1の問題点として、従来の信号補正技術では、過去のフレームにおける輝度信号を用いて現フレームでの補正信号を決定している点が挙げられる。例えば、図13のサブフィールド配置では、発光輝度が32から31に変化する場合、SF6だけが発光している状態から、SF6が消光しSF1～SF5が発光している状態に遷移することになり、この結果、フレームの遷移時に発光が疎になる時間が生じ、このために画面が一瞬暗くなり動画偽輪郭が発生する。これを補正するために、補正信号（例えば+10）を現フレームでの輝度信号に加算して輝度41を表示する。ところが、ここで例えば次のフレームで輝度41を発生させたい場合を考えてみると、現フレームでは、画素は実際には輝度41を表示したのであるから、次フレームでは、補正は不要なはずなのであるが、現フレームでのもともとの輝度信号は31であるから、従来の方法では、輝度信号が31から41に変化した場合の補正信号（例えば-7）が読み出されてそれが加算されてしまうという不合理が起こってしまっていた。

【0028】第2の問題点としては、実際には、直前のフレームでの発光状態だけでなく、2フレーム以上前の発光状態も現フレームで知覚される輝度に影響を与えるのであるが、従来の方法ではこの点が考慮されておらず、現フレームでの輝度信号と1フレーム前の輝度信号とだけから補正信号を決定していたという点が挙げられる。このため、従来の方法では精度の高い補正ができなかった。

【0029】第3の問題点としては、従来の方法では各画素ごとに信号補正を行っていたが、実際には各画素ごとにではどのような補正を行っても、十分な補正が実現できない場合があるという点が挙げられる。

【0030】（発明の目的）本発明は上記の課題に鑑み、動画偽輪郭の妨害を著しく抑制する階調表示装置および階調表示方法を提供することを目的とする。

【0031】

【課題を解決するための手段】本発明の階調表示装置は、1フィールド期間を複数のサブフィールドに分割し、そのサブフィールドの組み合わせにより階調を表示する階調表示装置において、前フレーム、または前フレームと該前フレームより前の少なくとも一つのフレームとからなる過去のフレームにおける発光サブフィールドを記憶する発光サブフィールド記憶手段と、該発光サブフィールド記憶手段により記憶されている過去のサブフィールド発光履歴と、現フレームでの輝度信号とから、現フレームにおいて所望の輝度を発生するのに適する発光サブフィールドの組み合わせを決定する発光サブフィールド決定手段と、を有することを特徴とする階調表示装置である。

【0032】また本発明の階調表示装置は、1フィールド期間を複数のサブフィールドに分割し、そのサブフィールドの組み合わせにより階調を表示する階調表示装置において、前フレーム、または前フレームと該前フレームより前の少なくとも一つのフレームとからなる過去のフレームにおける発光サブフィールドを記憶する発光サブフィールド記憶手段と、前フレーム、または前フレームと該前フレームより前の少なくとも一つのフレームとからなる過去のフレームにおける輝度信号を記憶する輝度信号記憶手段と、該発光サブフィールド記憶手段および該輝度信号記憶手段により記憶されている過去のサブフィールド発光履歴および過去の輝度信号の履歴と、現フレームでの輝度信号とから、現フレームにおいて所望の輝度を発生するのに適する発光サブフィールドの組み合わせを決定する発光サブフィールド決定手段と、を有することを特徴とする階調表示装置である。

【0033】また本発明の階調表示装置は、1フィールド期間を複数のサブフィールドに分割し、そのサブフィールドの組み合わせにより階調を表示する階調表示装置において、前フレーム、または前フレームと該前フレームより前の少なくとも一つのフレームとからなる過去のフレームにおける発光サブフィールドを記憶する発光サブフィールド記憶手段と、現フレームにおける発光サブフィールドを決定する発光サブフィールド決定手段とを有し、前記発光サブフィールド決定手段は、隣接するL画素（Lは2以上の自然数）における過去のフレームでのサブフィールド発光パターンを前記発光サブフィールド記憶手段から読み出し、このサブフィールド発光パターンと前記L画素における現フレームでの輝度信号とから、現フレームにおいて前記L画素全体として所望の平均的輝度を発生するのに適する発光サブフィールドの組み合わせを、前記L画素それぞれに対して、決定する手段であることを特徴とする階調表示装置である。

【0034】また本発明の階調表示装置は、1フィールド期間を複数のサブフィールドに分割し、そのサブフィールドの組み合わせにより階調を表示する階調表示装置

において、前フレームにおける輝度信号を記憶する輝度信号記憶手段と、現フレームにおける発光サブフィールドを決定する発光サブフィールド決定手段とを有し、前記発光サブフィールド決定手段は、隣接するL画素（Lは2以上の自然数）における前フレームでの輝度信号を、前記輝度信号記憶手段から読み出し、これと前記L画素における現フレームでの輝度信号とから、現フレームにおいて前記L画素全体として所望の平均的輝度を発生するのに適する発光サブフィールドの組み合わせを、前記L画素それぞれに対して、決定する手段であることを特徴とする階調表示装置である。

【0035】また本発明の階調表示装置は、1フィールド期間を複数のサブフィールドに分割し、そのサブフィールドの組み合わせにより階調を表示する階調表示装置において、前フレーム、または前フレームと該前フレームより前の少なくとも一つのフレームとからなる過去のフレームにおける発光サブフィールドを記憶する発光サブフィールド記憶手段と、前フレーム、または前フレームと該前フレームより前の少なくとも一つのフレームとからなる過去のフレームにおける輝度信号を記憶する輝度信号記憶手段と、現フレームにおける発光サブフィールドを決定する発光サブフィールド決定手段とを有し、前記発光サブフィールド決定手段は、隣接するL画素

（Lは2以上の自然数）における過去のフレームでのサブフィールド発光パターン履歴と、前記L画素における過去のフレームでの輝度信号履歴とをそれぞれ前記発光サブフィールド記憶手段、および輝度信号記憶手段から読み出し、これらと前記L画素における現フレームでの輝度信号とから、現フレームにおいて、前記L画素全体として所望の平均的輝度を発生するのに適する発光サブフィールドの組み合わせを、前記L画素それぞれに対して、決定する手段であることを特徴とする階調表示装置である。

【0036】本発明の階調表示方法は、1フィールド期間を複数のサブフィールドに分割し、そのサブフィールドの組み合わせにより階調を表示する階調表示方法において、前フレームまたは前フレームと該前フレームより前の少なくとも一つのフレームとからなる過去のフレームにおける発光サブフィールド発光履歴と、現フレームでの輝度信号とから、現フレームにおいて所望の輝度を発生するのに適する発光サブフィールドの組み合わせを決定することを特徴とする階調表示方法である。

【0037】また本発明の階調表示方法は、1フィールド期間を複数のサブフィールドに分割し、そのサブフィールドの組み合わせにより階調を表示する階調表示方法において、前フレーム、または前フレームと該前フレームより前の少なくとも一つのフレームとからなる過去のフレームにおける過去のサブフィールド発光履歴と、前フレーム、または前フレームと該前フレームより前の少なくとも一つのフレームとからなる過去のフレームにお

ける過去の輝度信号の履歴と、現フレームでの輝度信号とから、現フレームにおいて所望の輝度を発生するのに適する発光サブフィールドの組み合わせを決定することを特徴とする階調表示方法である。

【0038】また本発明の階調表示方法は、1フィールド期間を複数のサブフィールドに分割し、そのサブフィールドの組み合わせにより階調を表示する階調表示方法において、隣接するL画素（Lは2以上の自然数）における、前フレームまたは前フレームと該前フレームより前の少なくとも一つのフレームとからなる過去のフレームでのサブフィールド発光パターンと、前記L画素における現フレームでの輝度信号とから、現フレームにおいて前記L画素全体として所望の平均的輝度を発生するのに適する発光サブフィールドの組み合わせを、前記L画素それぞれに対して、決定することを特徴とする階調表示方法である。

【0039】また本発明の階調表示方法は、1フィールド期間を複数のサブフィールドに分割し、そのサブフィールドの組み合わせにより階調を表示する階調表示方法において、隣接するL画素（Lは2以上の自然数）における前フレームでの輝度信号と、前記L画素における現フレームでの輝度信号とから、現フレームにおいて前記L画素全体として所望の平均的輝度を発生するのに適する発光サブフィールドの組み合わせを、前記L画素それぞれに対して、決定することを特徴とする階調表示方法である。

【0040】また本発明の階調表示方法は、1フィールド期間を複数のサブフィールドに分割し、そのサブフィールドの組み合わせにより階調を表示する階調表示方法において、隣接するL画素（Lは2以上の自然数）における、前フレーム、または前フレームと該前フレームより前の少なくとも一つのフレームとからなる過去のフレームでのサブフィールド発光パターン履歴と、前記L画素における前フレーム、または前フレームと該前フレームより前の少なくとも一つのフレームとからなる過去のフレームでの輝度信号履歴と、前記L画素における現フレームでの輝度信号とから、現フレームにおいて、前記L画素全体として所望の平均的輝度を発生するのに適する発光サブフィールドの組み合わせを、前記L画素それぞれに対して、決定することを特徴とする階調表示方法である。

【0041】（作用）既に説明した図15の信号補正方法では、過去のフレームにおける、もともとの輝度信号と、現行フレームの輝度信号とから、現フレームに適するサブフィールドの発光パターンを決定していたが、本発明では、過去のフレームにおける、もともとの輝度信号ではなく、輝度信号に補正を施した信号、すなわち実際に発光させたサブフィールドを表す信号を発光サブフィールド記憶部に記憶しておき、発光サブフィールド決定部が、この信号（実際に発光させたサブフィールドを

10

20

30

40

50

表す信号)と、現フレームでの輝度信号とから望ましい補正を決定し、現フレームで最も適したサブフィールドの発光パターンを決定する。

【0042】これによって、過去のフレームにおける入力輝度信号と実際に発光させた信号とが異なっている場合にも、実際に発光させたものとは異なる入力輝度信号に基づいて補正が行われてしまうという従来方法の不合理が解消され、著しい動画偽輪郭抑制効果を実現できる。

【0043】また、本発明では、過去の複数のフレームにおけるサブフィールド発光パターンを、複数のフレームメモリを有する発光サブフィールド記憶部に記憶させておき、これらの過去のサブフィールド発光パターンと現フレームでの輝度信号とから、現フレームで最も適したサブフィールド発光パターンを発光サブフィールド決定部が決定する。この結果、入力輝度信号の時間変化履歴に応じて、直前のフレームにおける発光サブフィールドだけでなく、2フレーム以上前のフレームにおける発光サブフィールドの影響も考慮された信号補正、発光サブフィールドの決定が可能になり、より精度の高い補正が実現できる。

【0044】さらに、本発明では、過去のフレームにおけるサブフィールド発光パターンを発光サブフレーム記憶部に記憶させておき、隣接する2画素（一般にはL画素。Lは2以上の正の整数）における過去の発光サブフィールドと、現フレームにおける上記2画素での輝度信号とから、現フレームで上記2画素それぞれにおいてどのサブフィールドを発光させるべきかを発光サブフィールド決定部が決定する。これによって、従来方法のような各画素ごとに行う補正処理では十分な補正が不可能な場合でも、隣接する2画素全体として補正誤差をキャンセルさせ、平均的に所望する輝度をより精度良く発生することが可能となり、著しい動画偽輪郭の抑制効果が得られる。これが可能になる理由を補足すると次の通りである。1フィールド中に配置するサブフィールドの数をnとすると、1フィールドで各画素が取りうる発光状態の数は概ね、2のn乗通りとなる。各画素ごとに輝度補正を行う方法では、これらの限られた状態の中から最適な発光状態を選択しなくてはならない。それに対して、例えば、2画素全体として平均的に所望する輝度を発生させる場合には、より多くの可能な発光状態の中から最適な発光状態を選択することができる。この場合、可能な発光状態は、各サブフィールドごとに、「2画素とも非発光」、「2画素とも発光」、「どちらかの画素のみが発光」の3通り存在するので、全体としては、3のn乗通りの可能な発光状態の中から最適な発光状態を選択できることになる。従って、このように2画素単位で信号補正を行うことによって、最適な発光状態を、より多くの発光状態の中から選択できるため、より精度よく所望する平均的輝度を発生することが可能になる。

【0045】

【実施例】以下、図面を参照し、本発明の好適な実施例に基づいて詳細に説明する。

（第1実施例）まず、本実施例に係わるプラズマディスプレイパネルについて説明する。

【0046】図5は作成した640×480カラー画像表示用のプラズマディスプレイパネルを示す。表示側となるガラス基板1上に、金属のバス電極が積層された透明導電膜からなる面放電電極3と、表面に酸化マグネシウム膜が付着された誘電体層4が形成されており、更に黒色の格子状の隔壁6が画素を確定するように形成されている。

【0047】裏面側のガラス基板2上にはデータ電極5と白色誘電体層7、ストライプ状の白色隔壁8が形成され、白色隔壁8の溝の中には三原色で発光する蛍光体9が塗り分けられている。

【0048】2枚のガラス基板の間には、ヘリウムHe、ネオンNe、キセノンXeからなる放電ガスが封入され、パネルが完成される。データ電極5は1920本、面放電電極3は走査電極と維持電極からなり、それぞれ480本が形成されている。

【0049】走査電極には順次に走査パルスが印加され、それに同期して選択されたデータ電極5にデータパルスが印加される。この線順次走査がパルス全面に渡って行われた後、パネル全面で維持放電を行わせ、カラー発光が得られる。この様な動作を、60分の1秒のフィールド期間に、デジタル化された階調データに対応させて複数のサブフィールドで行い、中間調を有する動画表示を行った。

【0050】図3は、本実施例の概略的構成を示すブロック図である。外部から入力された輝度信号は、輝度信号補正部19において変換された上で、PDP/ディスプレイ駆動制御部20に送られ、PDPの発光が行われる。

【0051】図4はPDP/ディスプレイ駆動制御部の構成の概略を示すブロック図である。パネルから出ているデータ電極5（5-1～5-m）は1本ごとにデータドライバ10に接続され、そのデータドライバ10によって書き込み走査期間にデータパルスが各データ電極5-1～5-mに印加される。また、走査電極11（11-1～11-n）は、個別に走査ドライバ12に接続されている。この走査ドライバ12により走査電極11-1～11-nに走査パルスが印加され、データ電極5に印加されたデータパルスとともに、以後の発光に必要な壁電化が蓄積される。

【0052】一方、維持電極13はPDPの全ての表示ラインに沿って共通に接続されている。そして、維持ドライバ14により維持パルスが維持電極13を介してPDP全面に印加される。

【0053】データドライバ10、走査ドライバ12、

維持ドライバ14は、ドライバ制御回路15によって制御される。ドライバ制御回路15は、データドライバ制御回路、走査ドライバ制御回路、維持ドライバ制御回路とを含んで構成されている（図面上では省略）。データドライバ10はデータドライバ制御回路に接続されており、データドライバ制御回路は、表示データ信号（R7～0、G7～0、B7～0）をフレームメモリ16から取り込み、そこから選択されるべきデータをデータ電極5に供給する。フレームメモリ16には、輝度信号補正部から入力した信号が、前処理部17において逆ガンマ補正等の前処理を受けた上で、供給され記憶される。

【0054】また、走査ドライバ12は、走査ドライバ制御回路に接続されており、1フィールドやフレームの開始を制御する信号である垂直同期信号VSYNCにตอบสนองして、走査電極11を順次選択的に駆動する。駆動タイミングは垂直同期信号VSYNCに同期して動作するタイミング制御回路18が発生するタイミングパルスにより決められる。

【0055】次に図1を参照して、本発明の特徴部分である輝度信号補正部19について説明する。図1に示すように、輝度信号補正部19は、発光サブフィールドを決定する発光サブフィールド（SF）決定部21と、前フレームにおける発光サブフィールドを記憶する発光サブフィールド（SF）記憶部22とから構成されている。

【0056】発光サブフィールド記憶部22は、メモリ23と、その入出力を制御するメモリ制御部24とからなっている。

【0057】発光サブフィールド決定部21は読み出し専用メモリ（ROM）25を具備しており、これには、輝度信号によって与えられる所望の輝度を発生させるには、どのサブフィールドを発光させるべきかを示すデータが、前フレームにおけるサブフィールド発光パターンに応じたテーブルとして予め記憶されている。この発光させるべきサブフィールドに関するデータは、対象とするPDP及びサブフィールド配置に対して、予め発光パターンと知覚される輝度との関係を実測して、この実測データを基に決定しておく。発光パターンと知覚される輝度との関係が計算で求められる場合には、計算によってこのテーブルを作成しておいても良い。

【0058】図2には、本実施例で用いたサブフィールドの、フレーム中での配置を示す。各サブフィールドは、予備放電及び書き込み放電のための走査期間と、維持放電期間とからなっている。ここで、SF1～SF5、及びSF8は、各々輝度1、2、4、8、16、及び128に重みづけがされている。SF6-1、SF6-2、及びSF7-1、SF7-2については、それぞれ輝度32、64の重みを2等分した輝度16（SF6-1、SF6-2）、及び輝度32（SF7-1、SF7-2）に重みづけがされている。これらのサブフィ

ールドは、8ビットの2進数の各ビット、B7、B6、B5、B4、B3、B2、B1、B0にそれぞれ対応づけられており、B7～B0が1か0かに応じて、それぞれSF8～SF1が発光、あるいは非発光となる。例えば2進数00011111=32は、「SF1～SF5が発光、それ以外のサブフィールドが非発光」に対応し、また2進数11000000=192は、「SF1～SF5、SF6-1、SF6-2が非発光、SF7-1、SF7-2及びSF8が発光」に対応する。本発明で、静止画を表示する場合には、8ビット256階調の輝度信号が、そのまま上記の対応関係に従ってサブフィールドの発光／非発光パターンに変換されるので、このPDPは256階調の輝度を表示することができる。本実施例では、図2に示すごとく、SF8の両側にSF7-1、SF7-2およびSF6-1、SF6-2をそれぞれ対称的に配置しており、これによって、ビット繰り上がり時における発光サブフィールドの輝度重心位置変動が低減するように配慮されている。この結果、本実施例では、サブフィールドの配置自体によっても動画偽輪郭がある程度抑制されるように工夫が施されている。

【0059】以下に、発光サブフィールド決定部21の動作について説明する。例えば、今、ある画素では前フレームにおいてサブフレームSF1～SF5が発光、その他のサブフィールドが非発光であったとする。この発光パターンは2進数00011111=31に対応する。また、この画素における現フレームでの輝度信号が「32」であるとする。発光サブフィールド決定部は、前フレームにおける発光パターン、この場合には「31」を発光サブフィールド記憶部22から読み出し、これと、現フレームにおける輝度信号、「32」とをアドレスとしてROM25から、現フレームでの望ましい発光パターン、例えば「サブフレームSF6-1、SF6-2、SF2、SF1の発光」に対応する2進数00100011=35を読み出し、それをPDP／ディスプレイ駆動制御部へと送る。PDP／ディスプレイ駆動制御部は、この信号を受け、この画素において、サブフレームSF6-1、SF6-2、SF2、SF1を発光させ、動画偽輪郭の発生を抑制する。それに対して、例えば、現フレームでの輝度信号が「32」で、前フレームにおける発光パターンも「32」である場合には、ROMからは現フレームの輝度信号と一致する信号、00100000=32が読み出される。すなわち、例えば、静止画を表示する場合のように、現フレームでの輝度信号が前フレームにおけるSF発光パターン（に対応する2進数）と一致する場合には、現フレームの輝度信号と一致する信号がROMから読み出されるので、それがそのまま表示される。このように本発明においては、同じ輝度信号が入力した場合にも、前フレームにおけるサブフレーム発光パターンに応じて、異なるサブフレーム発光パターンが現フレームにおいて選択され、それが表示

される。

【0060】このようにして選択された、現フレームにおける発光サブフィールドのパターンは発光サブフィールド記憶部に送られそこで記憶され、次のフレームにおける発光パターン決定の際に使用される。

【0061】動画偽輪郭が生じる原因は、前フレームでの発光サブフィールドが占める時間的位置と、現フレームでの発光サブフィールドの時間的位置との相互関係によって、フレームの遷移時に発光が密あるいは疎の時間が生じ、その結果、所望する輝度とは異なる輝度が実際には発生してしまうことにある。特開平9-34401号公報に記載の従来技術では、前フレームにおける輝度信号を参照して、現フレームで所望する輝度を発生させるための発光サブフィールドを決定している。しかし、この場合には、前フレームにおいて実際に発光させたサブフィールドは、前フレームにおける輝度信号とは必ずしも一致しなくなるため、例えば、実際には補正が不要な場合にも補正がなされていまいという不合理が生じてしまうという問題点があった。それに対して、本発明では、前フレームにおける実際の発光サブフィールドをメモリに記憶させ、それを参照して現フレームでの最適発光サブフィールドを決定するという構成になっているため、このような不合理が解消され、より効果的に動画偽輪郭の抑制をはかることが可能になった。

(第2実施例) 図6は、本発明による第2の実施例における輝度信号補正部19の概略を示すブロック図である。図6に示す輝度信号補正部19は、過去3フレーム(一般には過去Mフレーム。Mは正の整数)にわたって、各画素がどのサブフィールドを発光させたかを記憶する発光サブフィールド記憶部22と、これによって記憶されている過去のフレームでの発光パターンを読み出し、それと、現フレームで所望する輝度を表す輝度信号とから、現フレームでのサブフィールド発光パターン、すなわちどのサブフィールドを発光させるべきかを決定する発光サブフィールド決定部21とから構成されている。発光サブフィールド記憶部22は、各画素における3フレーム分の発光サブフィールドパターンを記憶できるメモリ23(23-1, 23-2, 23-3)と、メモリの入出力を制御するメモリ制御部24とからなる。発光サブフィールド決定部21は、実施例1の場合と同様にROMテーブルを用いて実現しても良いが、本実施例では、これは、25入力、8出力の3層パーセプトロンニューラルネットワーク26を用いて構成されている。

【0062】ここで、本実施例における発光サブフィールド決定部21について説明する。まず、過去の発光パターン履歴、及び現フレームでの輝度信号に応じた、望ましい発光パターンは、対象とするPDPおよびサブフィールド配置に対して、発光パターンと知覚される輝度との関係を実測して、この実測データに基づき予め決定しておく。発光パターンと知覚される輝度との関係が計

算で求められる場合には計算によってこのテーブルを作成しておいても良い。本実施例では、この発光パターンを与えるテーブルを、25入力、8出力の3層パーセプトロンニューラルネットワーク(NN)26に学習させてある。この3層パーセプトロンニューラルネットワーク26は、DSP(デジタル信号処理用チップ)等で構成することも可能であるが、本実施例では、この3層パーセプトロンニューラルネットワークによる処理は、プロセッサ(図面上省略)と、処理に必要なデータを記憶させたROM(図面上省略)とによって実現されている。従って、以下に説明するニューラルネットワークにおいて、入力ノード、中間ノード、出力ノード等は、本実施例では実際には存在せず、これらはプロセッサによる処理の手順を説明するための仮想上のものである。

【0063】3層パーセプトロンニューラルネットワーク、およびそれで用いられる学習法(誤差逆伝播学習法)については、例えば、中野馨監修、飯沼一元編「ニューロコンピュータ」(技術評論社1989年発行)に詳しい解説がなされている。ここで、この3層ニューラルネットワークについて説明する。これは、入力ノード層、中間ノード層、出力ノード層とから構成される。また、本実施例で用いた、サブフィールドの時間的配置は、実施例1で用いたものと同じで、図2に示されている通りである。これらのサブフィールドの発光パターンを8桁の2進数で表記する規則も、実施例1の場合と同じである。3層ニューラルネットワークの入力ノードのうち、1から8には、3フレーム前のサブフィールド発光パターンに対応した数値「1」もしくは「0」が入力する。即ち、3フレーム前において、例えばSF1からSF4が発光で、それ以外が非発光であった場合には、ノード1から4には数値「1」が、ノード5から8には数値「0」が入力する。同様にしてノード9から16には、2フレーム前の発光パターンに対応する数値が、ノード17から24には1フレーム前の発光パターンに対応する数値がそれぞれ入力する。入力ノード25には、現フレームで所望する輝度(現フレームでの輝度信号)を表す数値が入力する。このニューラルネットワークは、これらの入力から、望ましいサブフィールド発光パターンを出力するように、その入出力関係を予め学習してある。従って、これらの入力を処理することによって、出力ノード1から8には、現フレームにおける、望ましいサブフィールド発光パターンに対応する数値、「0」もしくは「1」がそれぞれ出力される。例えば、出力ノード1、3、5における出力が「0」で、その他の出力ノードにおける出力が「1」であった場合、SF1、SF3、SF5が非発光、その他のサブフィールドが発光という発光パターンを表示すべきことを意味する。

【0064】このニューラルネットワークの動作は次のようである。入力ノードに数値が入力すると、j番目の中間ノードは、i番目の入力ノード I_i への入力と、予め

学習しておいた重み係数 W_{ji} 、及びオフセット θ_j に基づき、次式で表される処理を実行し、その結果を出力ノードへと送る。

【0065】

【数1】

$$H_j = f \left(\sum_i W_{ji} I_i + \theta_j \right)$$

ここで関数 $f(x)$ は、 u_0 を調整パラメータとして、

【0066】

【数2】

$$f(x) = 1 / \{1 + \exp(-2x/u_0)\}$$

で表されるシグモイド関数である。

【0067】次に、各出力ノードは各中間ノードの出力結果 H_j と、やはり予め学習によって予め決定してある重み係数 V_{kj} 、オフセット γ_k とに基づき、次式で表される処理を実行し、その結果を出力する。

【0068】

【数3】

$$O_k = f \left(\sum_j V_{kj} H_j + \gamma_k \right)$$

以上の処理において、各中間ノード、出力ノードが用いる重み係数、 W_{ji} 、 V_{kj} とオフセット値、 θ_j 、 γ_k は、ニューラルネットワークが入力に応じて、望ましい出力を出すように、次のような誤差逆伝播学習法に基づき予め決定しROMに記憶させておく。この誤差逆伝播学習法のアルゴリズムについては、例えば、上記文献、中野驥監修、飯沼一元編「ニューロコンピュータ」（技術評論社1989年発行）等に詳細に記載されている。即ち、各重み係数に対して適当な初期値から出発し、次式に基づいて、ニューラルネットワークの各出力ノードの出力 O_k と、予め決定してある望ましい出力 T_k との誤差が、設定許容誤差範囲に収まるようになるまで、各重み係数の修正を繰り返す。

【0069】

【数4】

$$V_{kj} \leftarrow V_{kj} + \alpha \delta_k H_j$$

$$\gamma_k \leftarrow \gamma_k + \beta \delta_k$$

$$W_{ji} \leftarrow W_{ji} + \alpha \sigma_j I_i$$

$$\theta_j \leftarrow \theta_j + \beta \sigma_j$$

ここで α 、 β は適当な定数であり、「誤差」 δ_k 、 σ_j はそれぞれ

【0070】

【数5】

$$\delta_k = (O_k - T_k) O_k (1 - O_k)$$

$$\sigma_j = \sum_k \delta_k V_{kj} H_j (1 - H_j)$$

で与えられる。

【0071】ここで発光サブフィールド決定部21への入力と出力との関係を、実施例1の場合のように、ルックアップテーブルとしてROMに書き込んでおくことも可能である。しかし、本実施例のように、この部分にニューラルネットワークを用いることによって、全ての入出力関係のテーブルを記憶させる代わりに、各ノードが用いる重み係数とオフセット値だけを記憶させておけば良くなるため、必要な記憶容量を大幅に削減することが可能となる。このような記憶容量削減が可能となる理由は、上記入出力関係を示すテーブルが、実際には、ほとんどの入力に対して何の補正も加えずそのまま出力すれば良い等の、冗長なテーブルになっているためである。ニューラルネットワークは入出力関係に内在する冗長性を学習することができ、その結果、必要な記憶容量を削減する上で有効であることが知られている。この性質を利用して、本発明では入出力関係テーブルの記憶に必要な記憶容量を圧縮している。

【0072】このニューラルネットワークは、DSP等で構成することも可能であるが、本実施例では、これは、学習によって予め決定しておいた各ノードの重み係数を記録したROMと、それを用いて積和演算と、関数 $f(x)$ による非線形演算を順次行い、出力を計算するプロセッサとで構成されている。

【0073】輝度信号補正部19で変換されたサブフィールド発光パターンは、第1の実施例の場合と同様に、PDP/ディスプレイ駆動部20へと送られ、PDPの各画素の発光を行う。また、この発光パターンは、1フレーム前のサブフレーム発光パターンとして発光サブフィールド記憶部22にも送られ、次フレーム以降の発光サブフィールド決定の際に参照される。

【0074】なお、本実施例では、過去3フレームにわたって、各画素がどのサブフィールドを発光させたかを記憶しておき、それに応じて、現フレームでの最適なサブフィールド発光パターンを決定していたが、これに加えさらに、図7に示すように、輝度信号補正部19に、輝度記憶部27を設け、過去のフレームにおける輝度信号も併せて記憶しておき、これも考慮に入れた上で、現フレームでの最適発光サブフィールドを決定する構成にすることも可能である。このような構成にすることによって、所望する輝度の過去の時間変化も考慮に入れた発光サブフィールドの決定が可能になり、よりきめの細かい輝度補正が可能になる。なお、図7において発光サブフィールド決定部21は、やはり3層パーセプトロンニューラルネットワークを用いて構成されている。この場合、入力ノードには、発光サブフィールド記憶部22に記憶されている過去のフレームにおけるサブフィールド発光パターン、外部から入力する現フレームにおける輝度信号以外に、さらに、輝度記憶部27に記憶されている過去のフレームにおける輝度信号が併せて入力し、そ

れらに基づいて、予め決定されている最適な発光サブフィールドが出力される。

【0075】なお、図7では、記憶する過去のフレームにおけるサブフィールド発光パターンの数（フレーム数）と、記憶する過去の輝度信号の数（フレーム数）とが同じになっているが、その数が異なってもかまわない。

（第3実施例）図8は、本発明による第3の実施例における輝度信号補正部19の概略を示すブロック図である。図8において、輝度ペアー読み出し部28は、走査ラインに沿って隣接する2画素における輝度信号を逐次取り出し、それを発光サブフィールド決定部21へと送る。また、この輝度ペアー読み出し部28は、新しい走査ラインが始まる度に、その走査ラインが偶数番目のラインか奇数番目のラインかに応じて、1か0の値を取る偶奇信号を生成し、やはりそれを発光サブフィールド決定部21へと送る。発光サブフィールド記憶部22は、前フレームにおける実際の発光サブフィールドを、上記2画素ごとに記憶している。この発光サブフィールド記憶部22は、第1の実施例の場合と同様に、メモリとメモリ制御部とからなっている（図面上省略）。

【0076】ここで、本実施例での発光サブフィールド記憶部22におけるデータ形式について説明する。まず、この実施例においても、サブフィールドの時間的配置は実施例1で用いたものと同じで、図2に示されている通りである。今、例えば、前フレームにおいて対象としている2画素のうち、一方の画素では、SF1、SF2、SF6-1、SF6-2が発光、他のサブフィールドが非発光で、もう一方の画素では、SF1、SF3、SF6-1、SF6-2が発光、他のサブフィールドが非発光であったとする。この場合には、8桁の3進数00200112=500が発光サブフィールド記憶部22に記憶される。つまり、発光サブフィールドのパターンは8桁の3進数に対応づけられ、この8桁の3進数において、ある桁、例えば1桁目の数字が2、もしくは0であった場合には、対象としている2画素いずれにおいても、SF1が発光（2の場合）もしくは非発光（0の場合）であったことを示す。6桁目、7桁目に関しては、これらの桁の数字が2もしくは0であった場合には、いずれの画素においても、SF6-1、SF6-2（6桁目の場合）もしくはSF7-1、SF7-2（7桁目の場合）が、発光（2の場合）もしくは非発光（0の場合）であったことを示す。また、ある桁、例えば2桁目の数字が1であった場合には、これらの2画素のどちらか一方でこの桁に対応するサブフィールド、今の場合にはSF2が発光していたことを示す。

【0077】発光サブフィールド決定部21は、これらの信号、すなわち発光サブフィールド記憶部22から読み出された、前フレームにおけるサブフィールドの発光パターン、および輝度ペアー読み出し部28から入力し

てきた現フレームにおける輝度信号とに基づいて、現フレームにおける上記2画素それぞれでの最適なサブフィールド発光パターンを決定する。

【0078】ここで、図9を参照して、この発光サブフィールド決定部21の動作について説明する。まず、輝度ペアー読み出し部28から入力した、上記2画素での現フレームにおける輝度信号は加算されて、2画素全体として平均的に表示されるべき輝度が計算され、これが発光サブフィールド読み出し部29に送られる。発光サブフィールド読み出し部29は、ROM25を具備しており、このROM25には、2画素全体として所望する輝度を発生させるには、2画素全体としてどのサブフィールドを発光させるべきかを、前フレームにおけるこれら2画素でのサブフィールド発光パターンに応じて決定するためのテーブルが予め記憶されている。この発光させるべきサブフィールドに関するデータは、対象とするPDP及びサブフィールド配置に対して、予め発光パターンと知覚される輝度との関係を実測して、この実測データを基に決定しておく。発光パターンと知覚される輝度との関係が計算で求められる場合には、計算によってこのテーブルを作成しておいても良い。ROM25から読み出されたデータは、上述した発光サブフィールド記憶部22における規則と同様に、次のような規則に従って、8桁の3進数で表されている。すなわち、まず、例えば上記2画素いずれにおいてもSF1を発光させるべき時には1桁目の数字は2となる。また、いずれの画素においてもSF1を発光させないときには1桁目の数字は0となる。また、いずれか一方の画素でSF1を発光させ、他方の画素ではSF1を非発光とするときは1桁目の数字は1となる。例えば、ROM25から読み出されたデータが3進数01022100=954であった場合、いずれか一方の画素でSF7-1、SF7-2、およびSF3を発光、SF4、SF5はいずれの画素でも非発光とすべきことを意味する。ROM25から読み出されたデータは、発光サブフィールド記憶部22に送られ、次のフレームにおける最適発光サブフィールドパターンの決定に用いられる。さらに、このデータは発光サブフィールド振り分け部30にも送られる。発光サブフィールド振り分け部30は、ROM25から読み出された上記データを、上記2画素それぞれにおける輝度信号と、輝度ペアー読み出し部28から入力された偶奇信号とに基づいて、上記2画素それぞれに振り分け、それぞれの画素において発光させるべきサブフィールドを確定する。

【0079】この発光サブフィールド振り分け部30の動作について説明する。発光サブフィールド振り分け部30では、ロジック回路によって、次のような規則に従って、発光サブフィールドの振り分けを実行する。まず、上に説明したように、ROM25から読み出された

3進数のデータにおいて、数字が0、もしくは2となっている桁に対応するサブフィールドに関しては、いずれの画素においても、そのサブフィールドは非発光、もしくは発光となり各画素の発光、非発光は一意に決定される。それに対して、上記3進数において、ある桁の数字が1の場合には、その桁に対応するサブフィールドをどちらの画素で発光させるべきかについての自由度が残る。すなわち、例えば、ROM25から読み出されたデータが3進数01022100=953であった場合、可能な振り分けとしてはB1=01011100=92とB2=00011000=24、あるいはB1=01011000=88とB2=00011100=28、あるいはB1=00011100=28とB2=01011000=88、あるいはB1=00011000=24とB2=01011100=92の4通りの場合があり得る。この場合、発光サブフィールド振り分け部30は、次のような規則に従って、発光サブフィールドの振り分けを実行する。ここで対象となっている2画素における輝度信号をそれぞれA1、A2とおく。ただし、走査ライン上で、もう1方の画素に対して左側に位置する画素の輝度信号をA1、右側に位置する画素の輝度信号をA2とする。また、B1、B2を発光サブフィールドの可能な振り分けに対応する、それぞれの画素における発光サブフィールドパターンを表す2進数とする。例えば画素1においてSF3、SF4、SF5が発光で、その他のサブフィールドが非発光とさせる場合には、B1は00011100=28である。

【0080】発光サブフィールド振り分け部30は、まず、B1、B2を、それぞれがA1、A2に最も近くなるように決定する。すなわち次式

【0081】

$$\text{【数6】 } |A1 - B1| + |A2 - B2|$$

を最小にする可能な分割を求める。これが一意に決定される場合には、処理は終了するが、この条件を満たす分割が複数存在する場合には、それらの中でB1、B2ができるだけ均等になるものを決める。すなわち、次それらの中で、

【0082】

$$\text{【数7】 } |B1 - B2|$$

を最小にする分割を求める。これで分割が一意に決定された場合には、処理は終了する。最後に、例えば対象とする2画素における輝度信号、A1とA2とが等しい場合には、どちらの画素にB1あるいはB2を振り当てるかの自由度が残る。この場合には、偶奇信号が0か1かに応じて、

$$B1 - A1 > B2 - A2 \quad (\text{偶奇信号が0の場合})$$

$$B1 - A1 < B2 - A2 \quad (\text{偶奇信号が1の場合})$$

という規則に従ってサブフィールドを振り分ける。つまり、現在の走査ラインが、偶数ラインか奇数ラインかに応じて、上記画素ペアの1番目の画素を、輝度信号と

比べて、より明るめに表示するか、暗めに表示するかを切り替える。この結果、図16に示すように、明るめに表示される画素と暗めに表示される画素とが、画面上にチェッカーボード状に配置されることになり、各画素ごとに生じる輝度誤差を全体としては目立たなくさせる効果がある。

【0083】このように、本発明では、各画素ごとには完全な輝度補正が不可能な場合であっても、明るめに表示される画素と暗めに表示される画素とが、画面上にチェッカーボード状に配置され、全体としては所望の平均的輝度を発生させ、動画偽輪郭を抑制することが可能である。

【0084】発光サブフィールド振り分け部30は、こうして決定された上記2画素における発光パターン信号、B1、B2をこの順番に出力する。実施例1の場合と同様に、輝度信号補正部19で決定されたサブフィールド発光パターンは、PDP/ディスプレイ駆動部へと送られ、PDPの各画素の発光を行う。

【0085】なお、本実施例では、2画素ごとに、前フレームにおける発光パターンに応じて、最適な発光サブフィールドを決定しているが、過去の複数のフレームにおける発光パターンを記憶しておき、これらを参照して現フレームでの最適発光サブフィールドを決定する構成にすることも可能である。この場合には、発光サブフィールド決定部ではROMテーブルではなく、実施例2で述べたものと同様の3層ニューラルネットワークを用いて、最適発光サブフィールドを決定することが、必要な記憶容量を削減する上では望ましい。さらに、図10に示したごとく、発光サブフィールド記憶部22によって、過去の複数のフレームにおける発光パターンを記憶するとともに、さらに、輝度記憶部27によって、過去の複数のフレームにおける輝度信号をも記憶しておき、これらに応じて、発光サブフィールド決定部19において、現フレームでの最適発光サブフィールドを決定する構成にすることも可能である。これによって必要なフレームメモリや、発光サブフィールド決定部において必要となる記憶容量は増大するが、よりきめの細かい輝度補正が可能となる。

【0086】なお、図10では、記憶する過去のフレームにおけるサブフィールド発光パターンの数（フレーム数）と、記憶する過去の輝度信号の数（フレーム数）とが同じになっているが、その数が異なってもかまわない。

【0087】また、発光サブフィールド記憶部22によって、前フレームにおける発光パターンを記憶するとともに、さらに、輝度記憶部27によって、前フレームにおける輝度信号をも記憶しておき、これらに応じて、発光サブフィールド決定部19において、現フレームでの最適発光サブフィールドを決定する構成にすることも可能である。

【0088】さらに、図10において、発光サブフィールド記憶部22を省略し、輝度記憶部27に記憶してある過去のフレームにおける輝度信号のみを参照して、現フレームにおける最適な発光サブフィールドを2画素ごとに決定する構成にすることも可能である。この方式を採った場合でも、特開平9-34401号公報に記憶されている従来方式に比べると、本発明では隣接する2画素ごとにそれぞれ最適発光サブフィールドを決定する構成になっているため、2画素全体として補正誤差をキャンセルし低減させることが可能であり、動画偽輪郭抑制効果が高まっている。

【0089】

【発明の効果】以上説明したように本発明では、過去のフレームにおける実際のサブフィールド発光パターンと、現フレームでの輝度信号とから現フレームで最も適したサブフィールド発光パターンを決定する構成にしてあるため、過去のフレームにおける輝度信号と過去のフレームにおけるサブフィールド発光パターンとが対応しないような場合においても、正しく輝度信号補正が行われ、動画偽輪郭抑制効果を著しく高める効果がある。

【0090】また本発明では、過去の複数のフレームにおけるサブフィールドの発光パターンと、現フレームにおける輝度信号とから、現フレームで最も適したサブフィールド発光パターンを決定する構成にしたため、直前のフレームだけでなく、2フレーム以上前のフレームにおける発光サブフィールドの影響も考慮された輝度信号補正が行われ、動画偽輪郭抑制の精度を著しく高める効果がある。

【0091】さらに、本発明では、過去のフレームにおけるサブフィールド発光パターンと、現フレームにおける輝度信号とから、隣接する2画素ごとに2画素それぞれにおける最適発光サブフィールドを決定する構成にしたため、従来方法のような各画素ごとに行う補正処理では十分な補正が不可能な場合でも、隣接する2画素全体として補正誤差をキャンセルさせることができ、平均的により精度良く所望する輝度を発生することが可能となり、動画偽輪郭抑制効果を著しく高める効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による第1の実施例における輝度信号補正部を示すブロック図である。

【図2】実施例で用いたサブフィールドのフレーム時間中での配置図である。

【図3】本発明の概略を示すブロック図である。

【図4】本発明の実施例で使用されたPDP及びディスプレイ駆動制御部の概略を示すブロック図である。

【図5】本発明の実施例に使用されるプラズマディスプレイパネル（PDP）の構造を示す傾斜視図である。

【図6】本発明による第2の実施例における輝度信号補正部を示すブロック図である。

【図7】本発明による第2の実施例において、過去の輝度信号も考慮した信号補正をする構成にした場合の、輝度信号補正部を示すブロック図である。

【図8】本発明による第3の実施例における輝度信号補正部を示すブロック図である。

【図9】図8の輝度信号補正部における発光サブフィールド決定部を示すブロック図である。

【図10】本発明による第3の実施例において、過去の輝度信号も考慮した信号補正をする構成にした場合の、輝度信号補正部を示すブロック図である。

【図11】ACメモリ動作型PDPの一つの表示セルの構成を示す断面図である。

【図12】ACメモリ動作型PDPの電極配置を示す平面図である。

【図13】従来の階調表示のためのサブフィールド方式の説明図である。

【図14】動画偽輪郭を説明するためのサブフィールド発光パターンの説明図である。

【図15】従来技術による信号補正方法を説明するブロック図である。

【図16】本発明による第3の実施例において、信号補正の結果、明るめに表示される画素と暗めに表示される画素の配置の仕方を説明する説明図である。

【符号の説明】

- 1, 2 絶縁基板
- 3 面放電電極
- 4 誘電体層
- 5 データ電極
- 6 隔壁（黒）
- 7 白色誘電体層
- 8 隔壁（白）
- 9 蛍光体
- 10 データドライバ
- 11 走査電極
- 12 走査ドライバ
- 13 維持電極
- 14 維持ドライバ
- 15 ドライバ制御回路
- 16 フレームメモリ／メモリ制御部
- 17 前処理部
- 18 タイミング制御回路
- 19 輝度信号補正部
- 20 PDP／ディスプレイ駆動制御部
- 21 発光サブフィールド決定部
- 22 発光サブフィールド記憶部
- 23 メモリ
- 24 メモリ制御部
- 25 読み出し専用メモリ
- 26 ニューラルネットワーク部
- 27 輝度記憶部

27

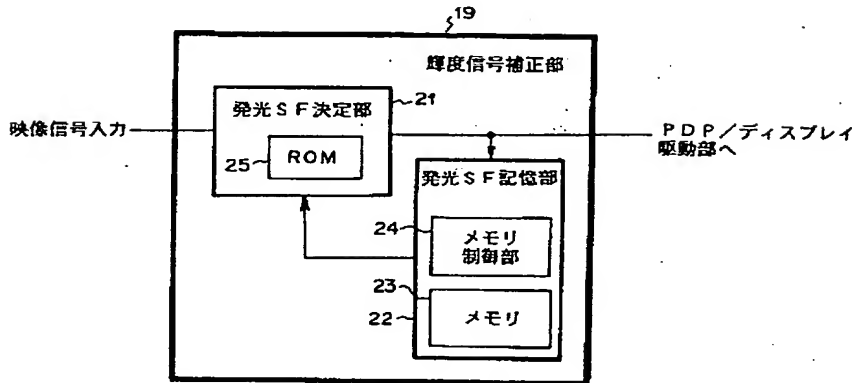
28

28 輝度ペアー読み出し部

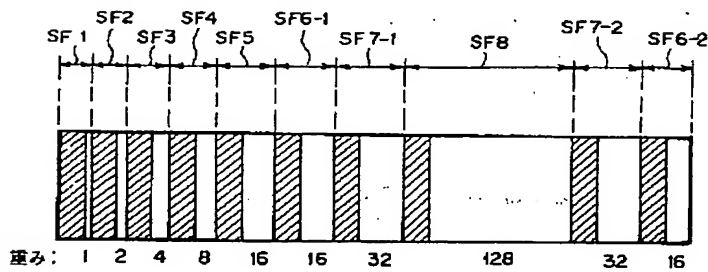
30 発光サブフィールド振り分け部

29 発光サブフィールド読み出し部

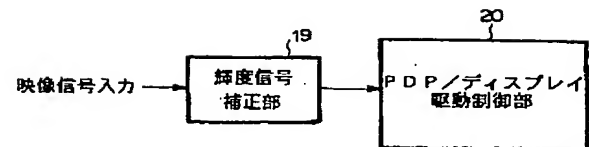
【図 1】



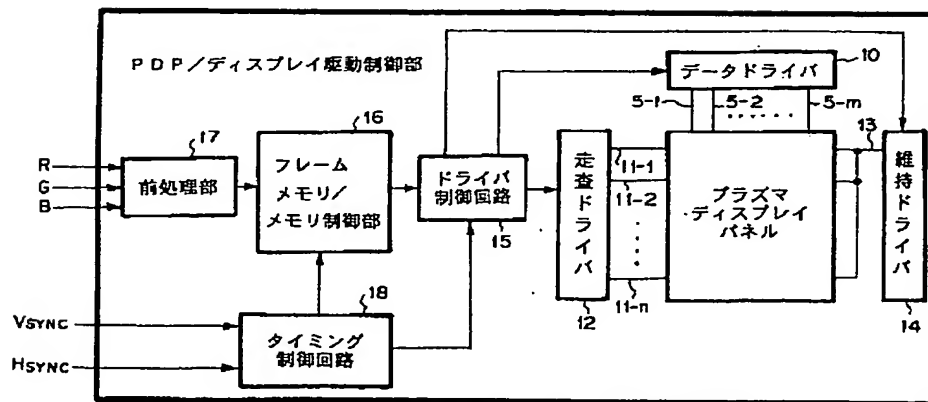
【図 2】



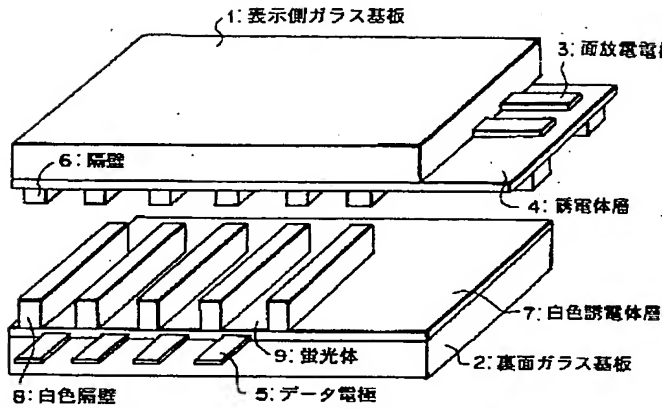
【図 3】



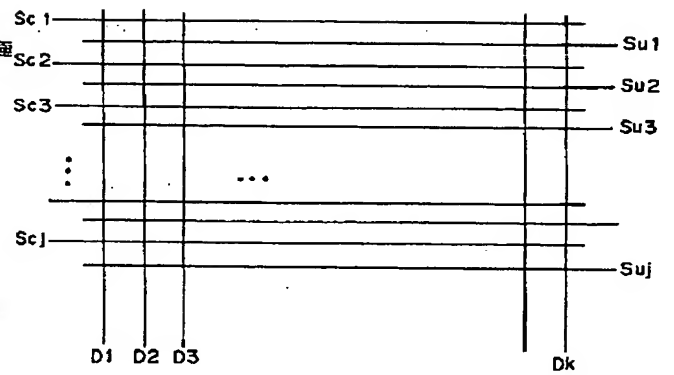
【図 4】



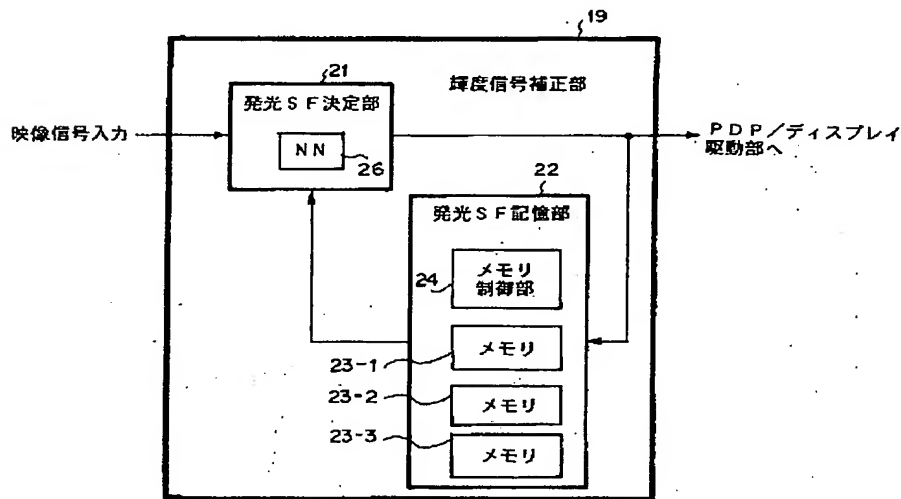
【図5】



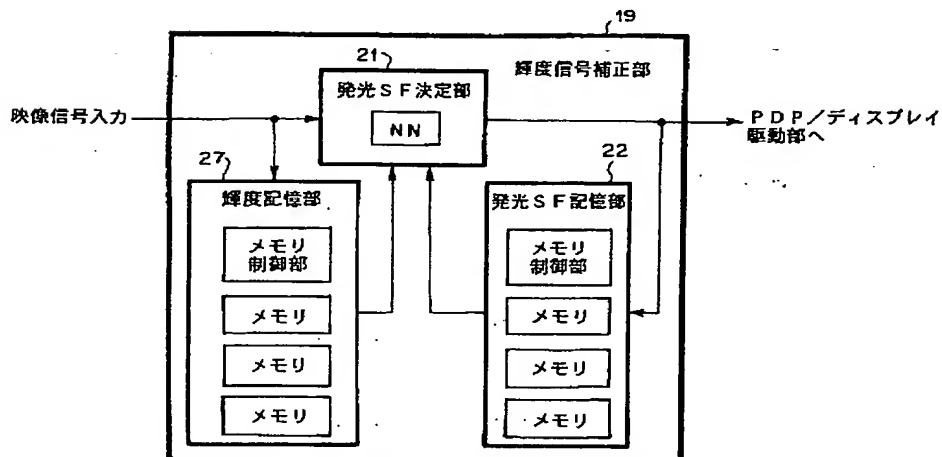
【図12】



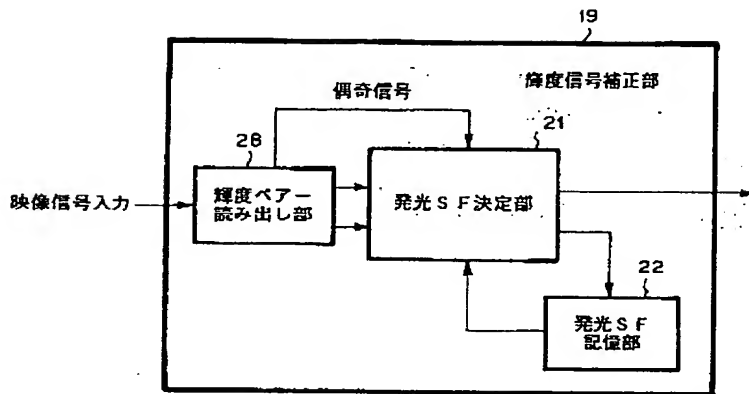
【図6】



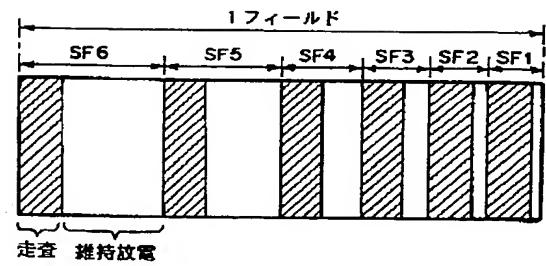
【図7】



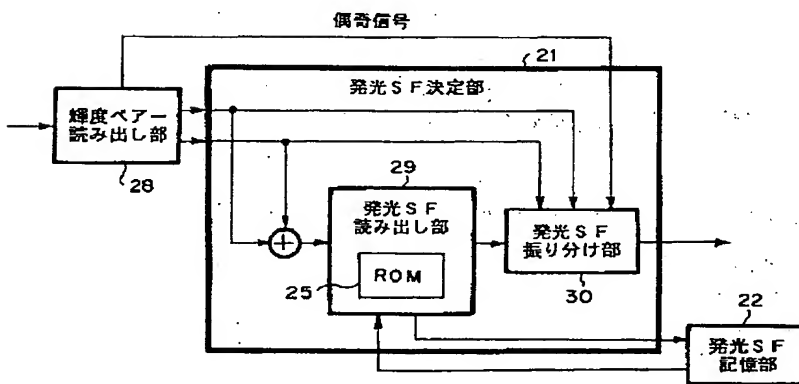
【図 8】



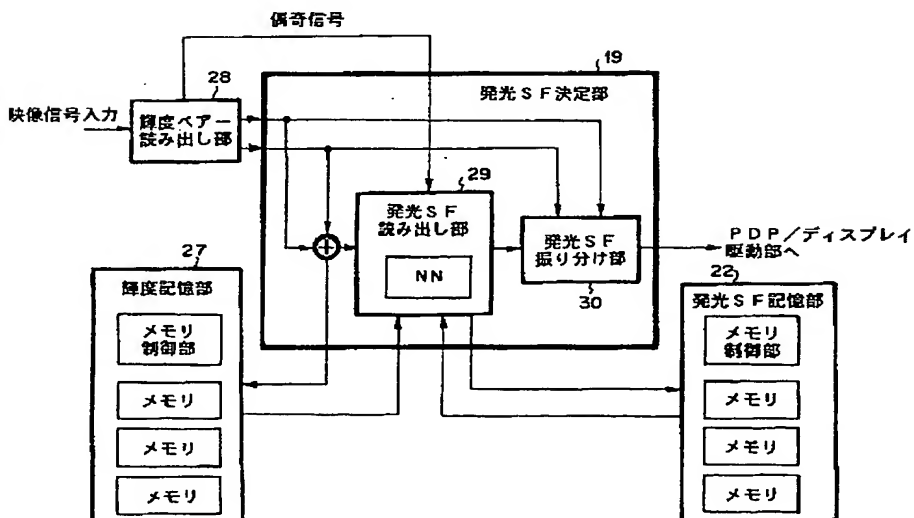
【図 13】



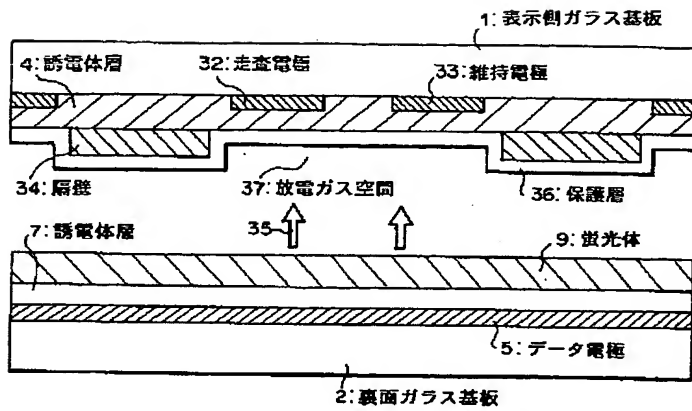
【図 9】



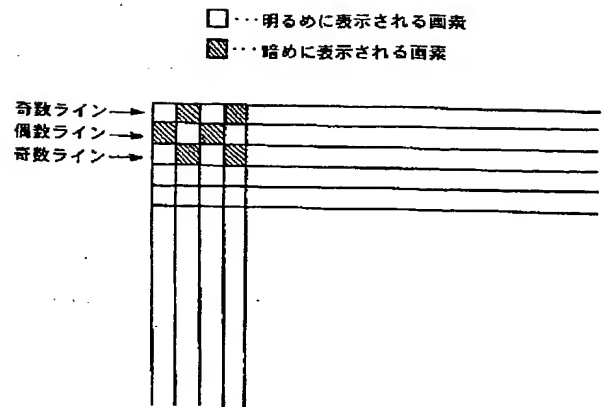
【図 10】



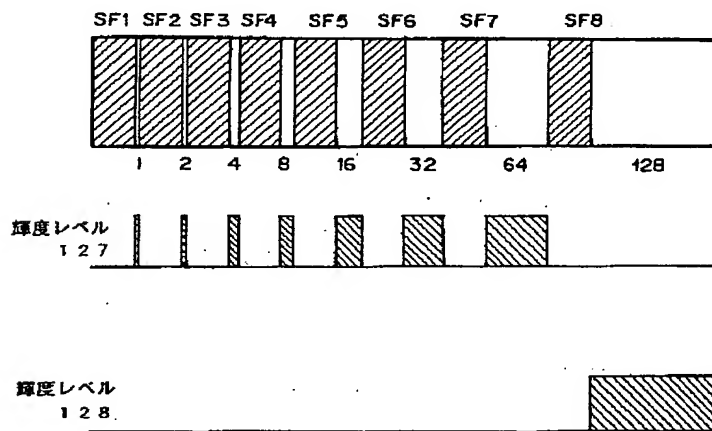
【図11】



【図16】



【図14】



【図15】

